

**(54) OPTICAL FIBER AMPLIFIER**

(11) 4-22928 (A) (43) 27.1.1992 (19) JP

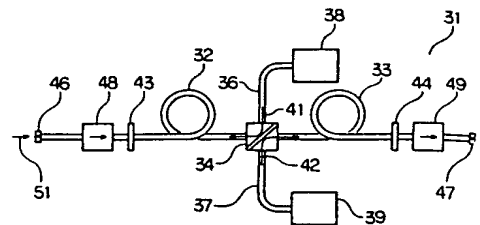
(21) Appl. No. 2-128582 (22) 18.5.1990

(71) NEC CORP (72) CHIYANYAAPERASAATO KANTEIGO

(51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F1/35, G02B6/00, H01S3/07, H01S3/094, H01S3/23, H04B10/00

**PURPOSE:** To make it unnecessary to adjust a polarizing face by making stimulated light incident upon plural amplifying optical fibers connected in series.

**CONSTITUTION:** A weakened signal beam 51 made incident from the end face of an optical connector 46 is made incident upon a 1st erbium doped optical fiber 32 through a 1st isolator 48 and a 1st short wavelength interrupting optical interference filter 43. The signal beam 51 made incident upon the fiber 32 is amplified by a 1st pumping light 41 and made incident upon a 2nd erbium doped optical fiber 33 through a wavelength synthesizing prism 34. The amplified signal beam 51 is then amplified by a 2nd pumping light 42 through the fiber 33 and outputted from an optical connector 47 through a 2nd short wavelength interrupting optical interference filter 44 and a 2nd isolator 49. Since the signal beam is amplified in stages, the need for the adjusting work of the polarizing wave is eliminated.



38: 1st LD, 39: 2nd LD

**(54) OPTICAL RELAYING SYSTEM**

(11) 4-22929 (A) (43) 27.1.1992 (19) JP

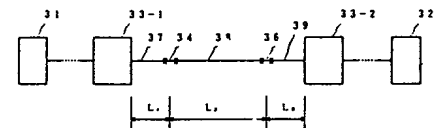
(21) Appl. No. 2-128583 (22) 18.5.1990

(71) NEC CORP (72) SEIJI WATANABE

(51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F1/35, H01S3/07, H01S3/094, H01S3/23, H04B10/16

**PURPOSE:** To easily extend a relaying distance between optical repeaters by arranging a light directly amplifying fiber on the way of an optical fiber connecting both optical repeaters and outputting exciting light for exciting the light directly amplifying fiber from the optical repeaters.

**CONSTITUTION:** The 1st and 2nd optical repeaters 33, 34 are arranged between terminal stations 31, 32 and optical repeaters 33-1, 33-2 are connected by optical fibers 37 to 39 through the 1st and 2nd light directly amplifying fibers 34, 36. Since an optical signal is amplified by the 1st and 2nd fibers 34, 36 on the way of transmission, the relaying distance between the repeaters 33-1, 33-2 can be extended to a distance  $L_1 + L_2 + L_3$ . Thus, the optical relaying system capable of easily extending the relaying distance can be obtained.

**(54) OPTICAL IDENTIFICATION REPRODUCER**

(11) 4-22930 (A) (43) 27.1.1992 (19) JP

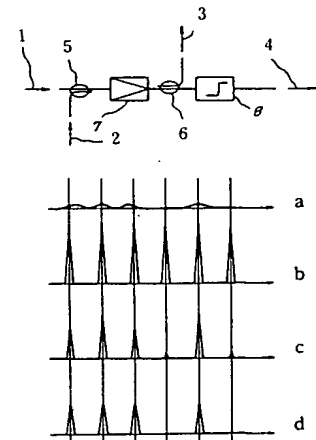
(21) Appl. No. 2-126872 (22) 18.5.1990

(71) NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt; (72) MASAHIKO JINNO(1)

(51) Int. Cl<sup>5</sup>. G02F2/00, G02F1/35, H04B10/00

**PURPOSE:** To obtain this optical identification reproducer capable of driving at a super high speed by providing the reproducer with an optical amplifier for inputting an optical signal pulse and an optical clock pulse synchronized with the optical signal pulse and amplifying only the part of the optical signal pulse which is hourly superposed to the optical clock pulse and an optical threshold element for outputting light with non-linear intensity.

**CONSTITUTION:** The phases of the optical signal pulse string 1 and the optical clock pulse 2 are adjusted so that the peak of the pulse 2 is aligned on the average peak position of inputted signal optical pulses and both pulses 1, 2 are multiplexed by a multiplexer 5 and inputted to the light amplifier 7. The amplifier 7 amplifies only the part of the optical signal pulses which is hourly superposed to the optical clock pulse and the amplified optical signal pulse is separated from the optical clock pulse and natural discharge light by a demultiplexer 6. The amplified optical signal pulse is inputted and identified by the optical threshold element 8 indicating a non-linear response whose light output intensity or light output energy is changed in stages and outputted as an optical signal pulse string 4 having no amplitude noise. Consequently, equalizing amplification, retiming and identification reproduction can be executed at a very high speed.



3: demultiplexed optical clock pulse, 4: reproduced optical signal pulse string, a: inputted optical signal, b: clock light, c: optical amplifier output, d: optical threshold element output

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-22928

⑬ Int. Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)1月27日

G 02 F 1/35  
G 02 B 6/00  
H 01 S 3/07  
3/094  
3/23  
H 04 B 10/00

5 0 1

7246-2K

7630-4M

7630-4M

7630-4M

8426-5K

9017-2K

H 01 S

3/23

3/094

H 04 B

9/00

G 02 B

6/00

Z

S

Z

C

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光ファイバ増幅装置

⑯ 特 願 平2-128582

⑰ 出 願 平2(1990)5月18日

⑱ 発 明 者 カンティゴ・チャンヤ 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内  
ーベラサート

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 山内 梅雄

明 細 書

1. 発明の名称

光ファイバ増幅装置

2. 特許請求の範囲

1. 希土類金属がドーピングされ、直列に接続された複数のアンプ用光ファイバと、

これらの複数のアンプ用光ファイバのそれぞれに対応して配置され前記希土類金属を励起する励起光を出力する複数の励起光出力手段と、

これらの励起光出力手段から出力されるそれぞれの励起光を対応する前記アンプ用光ファイバに入射させる励起光入射手段

とを具備することを特徴とする光ファイバ増幅装置。

2. 励起光入射手段は、直列に接続されたアンプ用光ファイバの間に配置され、アンプ用光ファイバを通過する信号光を透過し、励起光を反射する誘電体干渉膜フィルタであることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ増幅装置。

3. 希土類金属はエルビウムであることを特徴

とする請求項1または2記載の光ファイバ増幅装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は長距離光通信や光交換システム等に使用される光ファイバ増幅装置に係わり、詳細には希土類金属がドーピング(Dope)された光ファイバに特定波長の高電力励起光を入射させて信号光を増幅する光ファイバ増幅装置に関する。

〔従来の技術〕

光ファイバ通信や光交換システムにおいて、光スイッチや光分岐等のデバイスの挿入損失および伝送距離の増大等による光パワーの低下を補うために、信号光の増幅が行われる。そして、信号光を一端電気信号に変換することなく直接増幅する光増幅装置が注目されている。

従来の光ファイバ通信用の光ファイバ増幅装置としては、進行波形半導体レーザ光増幅装置や、希土類元素特にエルビウム・イオン( $\text{Er}^{3+}$ )をドーピングした光ファイバを使用する光ファイバ

増幅装置がある。エルビウム・イオンをドープした光ファイバ増幅装置（光ファイバアンプ）は、半導体光増幅装置に比べて、高ゲインであり、結合損失が低く、波長多重時のクロストークが低く、更に偏波依存性がない等の多くの点で優れているため活発に開発が進められている。

この光ファイバアンプの原理は、ポンピング光としての半導体レーザ光でエルビウム・イオンを励起し、信号光を引金として誘導放出を起こさせることである。

第3図は、従来の光ファイバ増幅装置の構成を表明したものである。

エルビウムドープ光ファイバ11の一端には、エルビウム・イオンを励起するポンピング光12と信号光13とをそれぞれ入射する波長合成プリズム14が接続されている。信号光13が入力される光コネクタ16と波長合成プリズム14との間、および出力側の光コネクタ17とエルビウムドープ光ファイバ14との間には、光通信システム全体の高アイソレーションを考慮して、アイソ

レータ18、19、および短波長遮断光干渉フィルタ21が接続されている。

光コネクタ16端面から入力される微弱な特定波長の信号光13は、波長合成プリズム14を介してエルビウムドープ光ファイバ11に入射される。入射された信号光13は、第1および第2のレーザダイオード22、23からのポンピング光12によって励起されたエルビウム・イオンからエネルギーを吸収し、増幅される。

一般に、20dB前後の光利得を得るには、100mW以上のポンピング光12が必要である。レーザダイオードからは、現在100mW程度のレーザ光を出力することが可能であるが、光ファイバに接続するとファイバ出力としては50mW程度になる。そこで、第1および第2のレーザダイオード22、23から出力される互いに偏波方向の90度異なるレーザ光を偏波合成器24で合成して100mW以上のポンピング光12を得ている。

〔発明が解決しようとする課題〕

このように、従来の光ファイバ増幅装置では、100mW以上のポンピング光12を得るために、互いに偏波方向の90度異なるレーザ光を偏波合成器24で合成している。このため、レーザダイオード22、23には、出力されるレーザ光を直線偏光に維持するために、特殊なファイバである偏波保存ファイバ26、27を接続する必要がある。偏波保存ファイバ26、27の一端を半導体レーザ22、23に接続する場合、偏波面を一致させる必要があり、その調整が大変であった。また、偏波面保存ファイバ26、27の他端を偏波合成器24に接続する場合にも、両ファイバの偏波面が互いに90度になるように接続する必要があり、その調整が大変であった。

このように従来の光ファイバ増幅装置では、偏波面の調整作業が必要であり、その製造が大変であった。

そこで本発明の目的は、偏波面の調整が不用で容易に製造することの可能な光ファイバ増幅装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

請求項1記載の発明は、(i)希土類金属がドープされ、直列に接続された複数のアンプ用光ファイバと、(ii)これらの複数のアンプ用光ファイバのそれぞれに対応して配置され希土類金属を励起する励起光を出力する複数の励起光出力手段と、(iii)これらの励起光出力手段から出力されるそれぞれの励起光を対応するアンプ用光ファイバに入射させる励起光入射手段とを光ファイバ増幅装置に具備させる。

すなわち本発明の光ファイバ増幅装置は、希土類金属がドープされた複数のアンプ用光ファイバを直列に接続し、それぞれのアンプ用光ファイバに励起光を入射して信号光を複数段階に分けて増幅するようにしたものである。

請求項2記載の光ファイバ増幅装置では、励起光入射手段として、直列に接続されたアンプ用光ファイバの間に配置され、アンプ用光ファイバを通過する信号光を透過し、励起光を反射する誘電体干渉膜フィルタを使用する。

請求項3記載の光ファイバ増幅装置では、希土類金属としてエルビウムを使用する。

〔実施例〕

以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例における光ファイバ増幅装置の構成を表わしたものである。

光ファイバ増幅装置31は、第1および第2のエルビウムドープ光ファイバ32、33を備えており、両ファイバは波長合成プリズム34の合成膜に対して45度の角度を成すように接続されている。波長合成プリズム34は、合成膜を2枚のプリズムで挟むように構成されている。波長合成プリズムの合成膜は、波長1.48 $\mu$ mで透過損失0.3dB、波長1.53 $\mu$ mで透過損失減衰量20dBの誘電体干渉膜フィルタである。この合成膜は、45度の角度で入射する光を、その波長により透過または反射するようになっている。

波長合成プリズム34には、合成膜のそれぞれの面に対して45度の角度を成すように長さ約1mの第1および第2のシングルモードファイバ3

6、37の一端がそれぞれ接続されている。第1および第2のシングルモードファイバ36、37の他端には、それぞれ第1および第2のレーザダイオード38、39が接続されている。第1および第2のレーザダイオード38、39は、波長1.48 $\mu$ m、光出力100mWのファブリペロ(Fabry Perot)型のレーザダイオードが使用されている。第1および第2のレーザダイオード38、39から出力されたレーザ光は、第1および第2のポンピング光41、42としてファイバ出力50mWで波長合成プリズム34に入射される。第1のポンピング光41は、波長合成プリズム34の合成膜で反射されて第1のエルビウムドープ光ファイバ32に入射される。第2のポンピング光42は、波長合成プリズム34の合成膜で反射されて第2のエルビウムドープ光ファイバ33に入射されるようになっている。

第1および第2のエルビウムドープ光ファイバ32、33の他端には、それぞれ短波長減衰量20dBの第1および第2の短波長遮断光干渉フィ

ルタ43、44が接続されている。第1および第2の短波長遮断干渉フィルタ43、44と、光コネクタ46、47の間には、それぞれアイソレーション50dBをもつ第1および第2のアイソレータ48、49が接続されている。

このように構成された光ファイバ増幅装置の動作について次に説明する。

光コネクタ46の端面から入射される波長1.53 $\mu$ mの微弱化した信号光51は、第1のアイソレータ48、第1の短波長遮断光干渉フィルタ43を介して第1のエルビウムドープ光ファイバ32に入射される。第1のエルビウムドープ光ファイバ32に入射された信号光51は、第1のポンピング光41により増幅された後、波長合成プリズム34を通過して第2のエルビウムドープ光ファイバ33に入射される。増幅された信号光51は、更に第2のエルビウムドープ光ファイバ33で第2のポンピング光42により増幅され、第2の短波長遮断光干渉フィルタ44と第2のアイソレータ49を介して光コネクタ47から出力

される。

第2図は、本発明の他の実施例における光ファイバ増幅装置の構成を表わしたものである。第1図と統一の部分には同一の符号を付して適宜説明を省略する。

光ファイバ増幅装置61は、第1および第2のエルビウムドープ光ファイバ32、33と第1および第2の波長合成プリズム62、63を備えている。これらは、第1の波長合成プリズム62、第1のエルビウムドープ光ファイバ32、第2の波長合成プリズム63および第2のエルビウムドープ光ファイバ33の順に接続されている。

第1の波長合成プリズム62には、第1のレーザダイオード38から出力される第1のポンピング光41が合成膜で反射されて第1のエルビウムドープ光ファイバ32に入射されるように接続されている。第2の波長合成プリズム63には、第2のレーザダイオード39から出力される第2のポンピング光42が合成膜で反射されて第2のエルビウムドープ光ファイバ33に入射されるよう

に接続されている。

第1のポンピング光41は第1のエルビウムドープ光ファイバ32方向に反射されるので、この実施例では第1の波長合成プリズム62と第1のアイソレータ48との間に、短波長遮断光干渉フィルタは配置していない。

この光ファイバ増幅装置61においても、微弱化した信号光51は、第1のエルビウムドープ光ファイバ32で第1のポンピング光41で増幅された後、更に第2のエルビウムドープ光ファイバ33で第2のポンピング光42で増幅されて出力される。

〔発明の効果〕

このように本発明によれば、直列に接続された複数のアンプ用光ファイバのそれぞれに励起光を入射することにより、信号光を複数段階に分けて増幅する構成としたので、レーザダイオードの出力光を直線偏光に維持する必要がない。従って、偏波面の調整作業が不用であり、容易に製造することが可能となる。また、偏波合成器が不用とな

るだけでなく、特殊な偏波保存ファイバを使用しないので、安価な光ファイバ増幅装置が提供される。

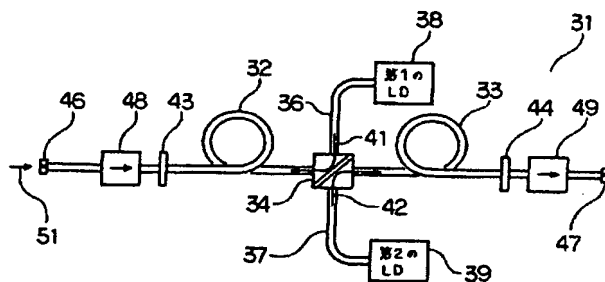
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図と第2図は本発明の一実施例を説明するためのものであり、このうち第1図は光ファイバ増幅装置の構成図、第2図は光ファイバ増幅装置の他の実施例の構成図、第3図は従来の光ファイバ増幅装置の構成図である。

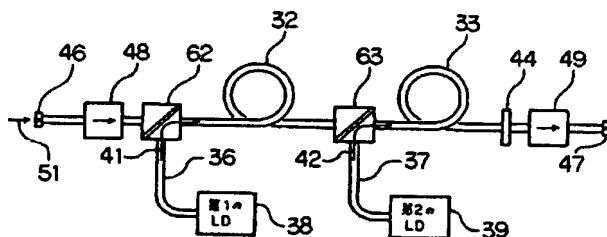
- 33 …… 第2のエルビウムドープ光ファイバ、
- 34 …… 波長合成プリズム、
- 36 …… 第1のシングルモードファイバ、
- 37 …… 第2のシングルモードファイバ、
- 38 …… 第1のレーザダイオード、
- 39 …… 第2のレーザダイオード、
- 62 …… 第1の波長合成プリズム、
- 63 …… 第2の波長合成プリズム。

出願人 日本電気株式会社  
代理人 弁理士 山内梅雄

第1図



第2図



第3図

